

Doplnění základního důlního bodového pole ve štole Josef
Extension of a basic point field of the mine in Josef Gallery

Bakalářská práce

Studijní program: Geodézie a kartografie
Studijní obor: Geodézie, kartografie a geoinformatika

Vilém Kolář

Praha 2018



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Kolář Jméno: Vilém Osobní číslo: 458822
Zadávající katedra: Katedra speciální geodézie
Studijní program: Geodézie a kartografie
Studijní obor: Geodézie, kartografie a geoinformatika

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Doplnění základního důlního bodového pole ve štolě Josef
Název bakalářské práce anglicky: Extension of a basic point field of the mine in Josef Gallery
Pokyny pro vypracování:
Cílem práce je doplnění základního důlního bodového pole v oblasti Čelina - východ štolý Josef. Součástí práce je rekognoskace, příprava, stabilizace nových bodů, zaměření všech bodů, zpracování, výpočty a vyrovnání celé sítě v této oblasti s nově naměřenými daty a s daty z předchozích měření. Dále ověření stávajících bodů a určení souřadnic nových bodů. A vyhotovení geodetických údajů k novým bodům.

Seznam doporučené literatury:

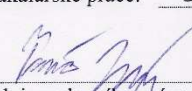
- Vyhláška 435/1992 sb., Vyhláška Českého báňského úřadu o důlně měřické dokumentaci při hornické činnosti a některých činnostech prováděných hornickým způsobem
- Hampacher, M. - Štroner, M.: Zpracování a analýza měření v inženýrské geodézii

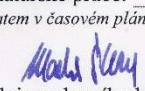
Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Tomáš Jiríkovský, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 22. 02. 2018

Termín odevzdání bakalářské práce: 27. 05. 2018

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku


Podpis vedoucího práce



Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

22. 02. 2018

Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl všechny prameny a literaturu, ze kterých jsem čerpal.

V Praze dne

.....

Vilém Kolář

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Tomáši Jiříkovskému Ph.D. za vedení práce a pomoc při měření. Dále bych chtěl poděkovat společnosti Metrostav a.s., geodetickému středisku Divize 5, za vypůjčení přístroje Leica TS50. Z mých kolegů bych hlavně zmínil Ladislava Ritschela, který mi pomáhal při měření, a dále všem, kteří se na měření podíleli.

Anotace

Cílem práce je doplnění základního důlního bodového pole v oblasti Čelina - východ štoly Josef. Součástí práce je rekognoskace, příprava, stabilizace nových bodů, zaměření všech bodů, zpracování, výpočty a vyrovnaní celé sítě v této oblasti s nově naměřenými daty a s daty z předchozích měření. Dále ověření stávajících bodů a určení souřadnic nových bodů. a vyhotovení geodetických údajů k novým bodům.

Klíčová slova

geodézie v podzemí, vyrovnaní, štola Josef, polygonový pořad, nivelace, vyrovnaní, důlní bodové pole

Abstract

The main objective of this Bachelor thesis is extension of a basic point field of the mine in the Čelina - východ area of the Josef Gallery. The work also includes a reconnaissance survey, preparation, establishment and measurement of new points and processing, calculation and adjustment of the basic point field in target area, including previously measured data. Then, the final goals are verification of existing points, definition of coordinates and creation of geodetic data of each new point.

Key words

Josef Gallery, traverse, levelling, underground, adjustment

Obsah

Obsah.....	8
Úvod.....	9
1 Štola Josef.....	10
1.1 Popis štoly.....	10
1.2 Historie.....	11
1.3 Současnost.....	11
1.4 Geologie.....	11
2 Bodové pole a souřadnicové systémy ve štole.....	12
2.1 Stabilizace nového důlního bodového pole.....	12
2.2 Výškové bodové pole.....	14
2.3 Souřadnicové systémy.....	14
3 Měřické práce ve štole.....	14
3.1 Velmi přesná nivelace.....	14
3.1.1 Použité vybavení pro nivelaci.....	15
3.1.2 Zásady, které musíme dodržet.....	15
3.1.3 Geometrická nivelace ze středu.....	15
3.1.4 Zkouška nivelačního přístroje.....	17
3.1.5 Průběh měření nivelace.....	18
3.2 Měření polygonového pořadu.....	19
4 Geodetické přístroje.....	20
4.1 Leica TS50.....	20
4.2 Trimble S8 HP.....	21
4.3 Zeiss DiNi 12T.....	22
5 Vyrovnání.....	23
5.1 Metoda nejmenších čtverců.....	23
5.2 EasyNET.....	23
5.3 Gama – q_2	25
6 Zpracování měření.....	28
6.1 Nivelace.....	28
6.1.1 Zavádění opravy z laťového metru.....	28

6.1.2	Přesnosti měření nivelace.....	28
6.1.3	Výsledky nivelace.....	29
6.2	Polygonový pořad.....	30
6.2.1	Testování protisměrných délek dle vyhlášky 435/1992 Sb.	30
6.2.2	Test polohy koncového bodu polygonového pořadu.....	31
7	Výsledky.....	33
	Závěr.....	37
	Použité zdroje.....	38
	Seznam obrázků.....	40
	Seznam tabulek.....	41
	Seznam zkratek.....	42
	Seznam příloh.....	43

Úvod

Bakalářská práce se zabývá vybudováním, zaměřením a určením výšek nových bodů základního důlního bodového pole ve štole Josef v oblasti Čelina – východ. Cílem práce je pomocí polygonového pořadu s připojením na stávající body určit souřadnice nových bodů v souřadnicovém systému S-JTSK a následně vyrovnat souřadnice. Další část se zabývá určením výšek nových bodů, které budou určeny metodou velmi přesné nivelace v systému Bpv. Práce navazuje na již provedená měření mých předchůdců.

První kapitola je o štole Josef, její historii a současnosti. Jsou zde informace o těžbě zlata až po začátky využívání štoly Stavební fakultou ČVUT.

Druhá kapitola obsahuje informace o bodovém poli ve štole a jeho dělení.

V třetí kapitole je popis měřických prací ve štole, měření polygonu a nivelace. Použité metody a pomůcky.

Čtvrtá kapitola je věnována použitým geodetickým přístrojům. Jejich popis a využití.

V páté kapitole informace o vyrovnání, programech EasyNET a Gama - q2, které byly použity pro výpočet souřadnic nově určovaných bodů.

Zpracování měření, kontroly, přesnosti a jejich výpočty jsou uvedeny v sedmé kapitole.

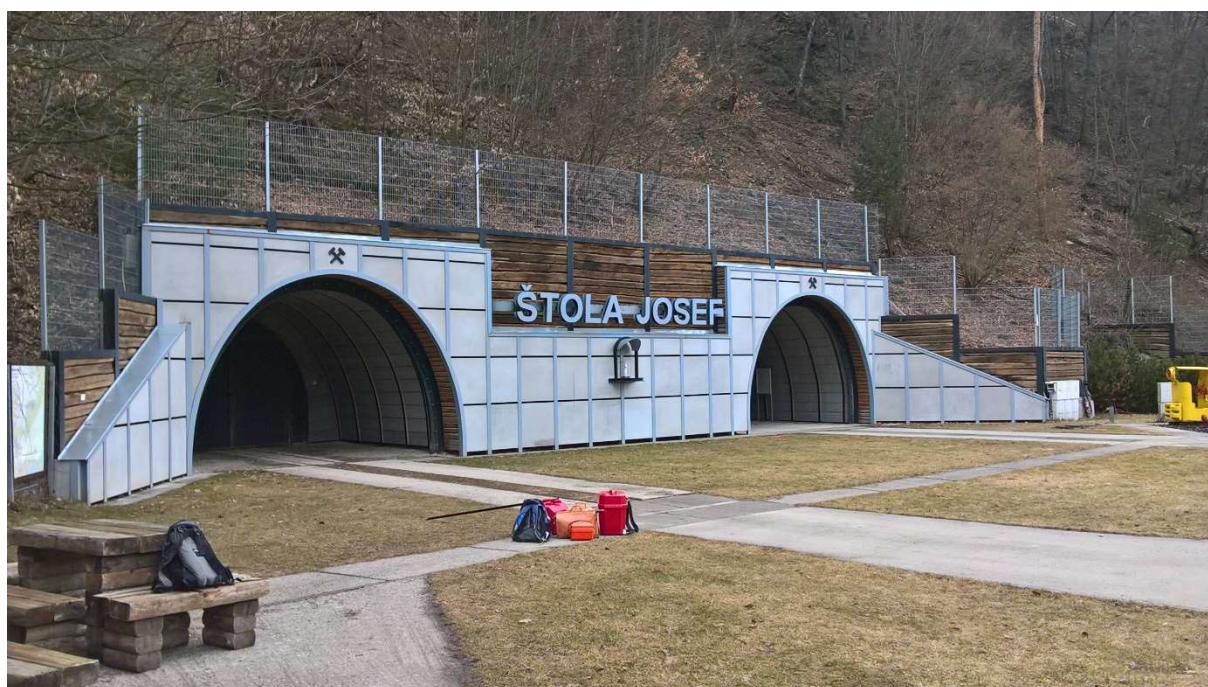
Poslední, sedmá, obsahuje výsledky z měření ve štole. Kontroly a přesnosti.

1 Štola Josef

1.1 Popis štoly

Štola Josef je štola průzkumná, nachází se přibližně 40 km jižním směrem od Prahy, nedaleko břehu Slapské přehrady. Nejbližšími sídly jsou obce Čelina, která leží západním směrem, a Mokrsko na severu. Období ražby štoly spadá do let 1981-1991. Oblast je součástí zlatorudného revíru Psí hory, který je jedním z největších ložisek zlata v Evropě. Nyní jsou prostory štoly využívány výzkumným centrem URC Josef, které spadá pod fakultu Stavební ČVUT.

Důlní dílo ústí dvojicí vstupních portálů, z nich severním směrem vedou dvě rovnoběžné chodby. Východní asi po 100 metrech končí a západní – páteřní štola, vede 1835 m směrem k obci Mokrsko a pod Veselý vrch. Po přibližně 200 m od vstupu se nachází dvojice chodeb, jedna východním, druhá západním směrem, ty se dále větví. Jsou nazvané Čelina – východ a Čelina - západ, dle nejbližší obce. Další dvojice rozsáhlejších chodeb je až na konci páteřní štoly, kde se nacházejí oblasti Mokrsko – východ a západ. Páteřní štola má profil 14 až 16 m² a ostatní chodby pouze 9 m². Celková délka chodeb je 7 853 m a výška nadloží je 90 - 150 m.



obr. 1: Vstupní portál do štoly [vlastní fotografie]

1.2 Historie

Těžba zlata v této oblasti začala v 2. stol. př. n. l. Kelty. Zlato získávali rýžováním z místních potoků. Po dlouhé přestávce se s obnovou těžby začalo na přelomu 13. a 14. století, největší rozkvět byl pak ve století 14. za vlády Lucemburků, kteří ze zdejšího zlata razili mince florény. Největší dosažené hloubky tehdejších štol je 60 metrů. Od 13. do 16. století byly na Novoknínsku, kam štola Josef patří, vytěženy 4 tuny zlata. Další obnova těžby přišla až ke konci 20. století, kdy byla vyražena i štola Josef. Po důkladném geologickém průzkumu v letech 1977-1991 byly odhadnuty zásoby ložiska na 130 tun. Mezi lety 1989-1991 probíhala pokusná těžba zlata, při které zde bylo vytěženo bylo 19 500 tun rudniny, ze které bylo separováno 21,5 kg zlata. Z toho vychází asi 1-2 gramy zlata na 1 tunu horniny. Díky tak malé koncentraci zlata, které se nenachází v žilách, ale je rozptýleno v hornině, by zde bylo nutné otevřít povrchový důl a zlato získávat kyanidovým loužením. Z důvodů ekologické zátěže, a hlavně blízké Vltavě, byly plány na těžbu zastaveny. v roce 2000 již byly vstupní portály zabetonované a štola opuštěna.

1.3 Současnost

Rok 2003 byl rokem, kdy vznikl nápad na pražské ČVUT využít podzemní dílo Josef pro výuku a vytvoření podzemního pracoviště. v květnu 2005 Ministerstvo životního prostředí, jakožto vlastník štoly, podepsalo smlouvu se školou o její zapůjčení. Mezi lety 2006-2007 byla obnova a zpřístupnění štoly. Peníze pro obnovu byly získány ze státního rozpočtu ČR, Evropského sociálního fondu, rozpočtu hlavního města Prahy a od soukromých firem. Nyní v podzemí probíhá výuka a další prostory jsou využívány pro dlouhodobé experimenty vysokých škola a výzkumných ústavů nejen z České republiky, ale i z dalších evropských zemí. Nyní se pracoviště nacházející se v areálu štoly Josef jmenuje Centrum experimentální geotechniky.

1.4 Geologie

Oblasti Čeliny jsou lokalizovány v tufech a vulkanitech Jílovského pásma (bazalty, andezity, dacity a ryolity). Ložisko Mokrosko je rozděleno, jeho východní část obsahuje téže horniny jako Čelina, ale jeho západní část leží v granodioritu Středočeského plutonu. Horniny jsou proterozoika, která vznikla před 600 milióny lety.

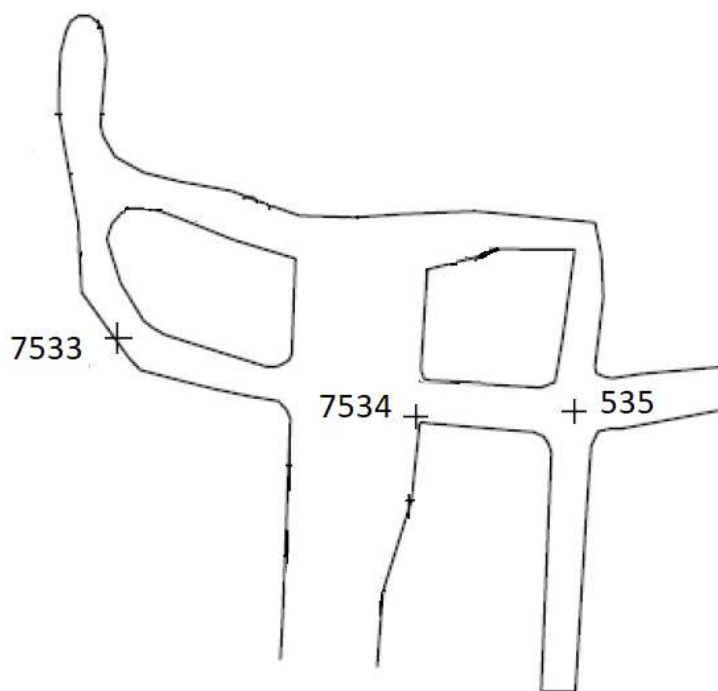
Zdroje: [1]

2 Bodové pole a souřadnicové systémy ve štole

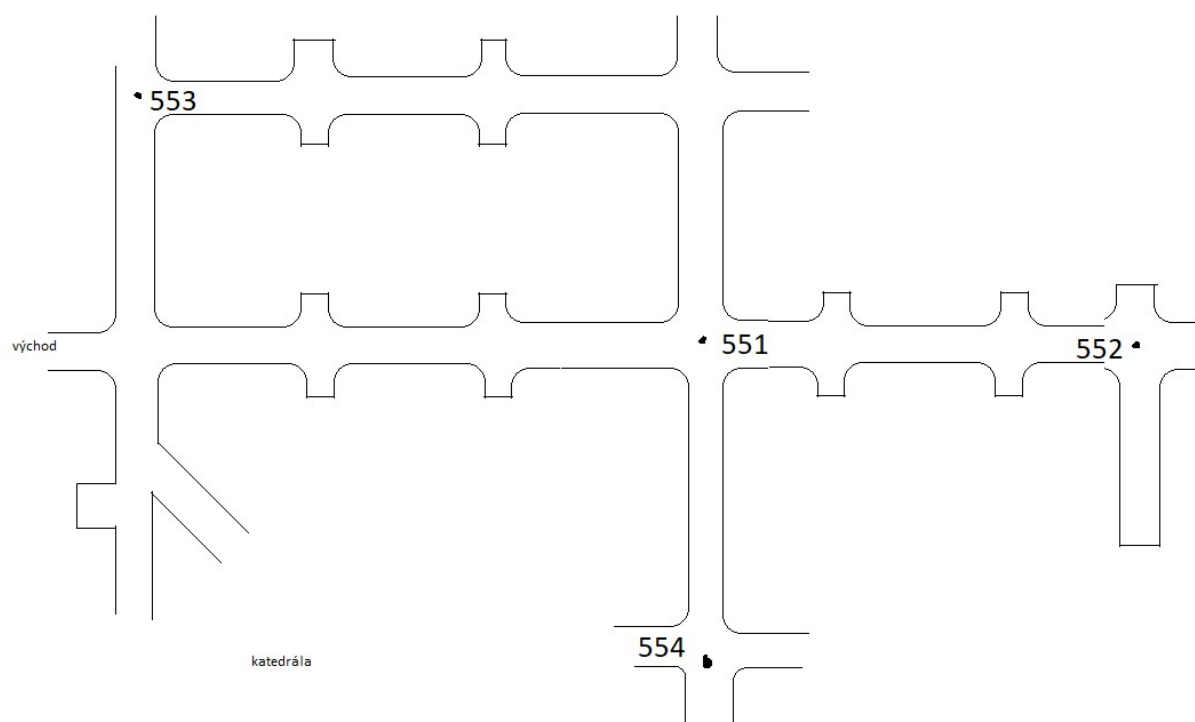
Nově vybudované body, které vznikly na můj popud, jsou navázáním na již proběhlé etapy měření kolegů Vaise[7], Hanouska[4] z roku 2016 a Varyše[18] z roku 2012 a dalších. Body jsou buď nivelační nebo polohové, ale oba druhy bodů mají určené jak souřadnice tak výšky.

2.1 Stabilizace nového důlního bodového pole

Polohové bodové pole ve štole je tvořeno mnohými body v zemi, trny ve stěnách či stropními značkami. Při mých pracích bylo bodové pole rozšířeno o 5 bodů stropních a 2 trny ve stěnách. Nové body v úrovni ± 0 m oblasti Čelina – východ, jsou 551-554, všechny stabilizovány mosaznými značkami ve stropě. v úrovni $+20$ m stejné oblasti jsou mosazné trny 7533 a 7534 a jeden stropní bod 535. Nové body byly vytvořeny na křižovatkách chodeb, aby je bylo možné využít pro další geodetické práce v přilehlých chodbách. Stabilizaci provedli pracovníci Centra experimentální geotechniky.



obr. 2: nově vybudované bodové pole ve 2. patře ($+20$ m) [vlastní zpracování]



obr. 3: nově vybudované bodové pole ve 1. patře (± 0 m) [vlastní zpracování]



obr. 4: Stropní stabilizace bodu [vlastní fotografie]

2.2 Výškové bodové pole

Důlní výškové bodové pole je stabilizováno čepovými značkami, hřebovými značkami v počvě či ocelovými trny na schodišti. Body výškového pole jsou rozděleny na hlavní body řady HVBx a body VBxx. Připojení je realizováno na nivelační pořad 1d5 Dublovice – Nový Knín na bod 1d5-25 (Čelina skála). Body použité pro připojení jsou ČSN III. řádu a důlní bodové pole je II. řádu.

2.3 Souřadnicové systémy

Výškový systém používaný ve štole je Balt po vyrovnání (Bpv), jehož výchozí bod se nachází v Kronštadtu a je definován souborem normálních Moloděnského výšek. Polohové bodové pole má dvojí souřadnicový systém nejprve závazný pro celou Českou republiku Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální a dále místní souřadnicový systém S-Josef. Tento místní systém S - Josef, který má počátek v bodě 501 se souřadnicemi [Y = 5 000; X = 10 000], natočením odpovídá S-JTSK (rotace je 0 gon) a měřítkový koeficient je 1. Takže tento systém zobrazuje skutečné měřené vzdálenosti, které nejsou zkresleny ze zobrazení. Měřítkový koeficient pro opravy délek ze zobrazení a nadmořské výšky pro S - JTSK, byl použit z diplomové práce Ing. Jana Varyše [20], podrobné výpočty jsou v jeho práci. $m = 0,99985901$

Zdroje: [2][19] [18]

3 Měřické práce ve štole

Měření ve štole bylo rozděleno do několika dní a také se měřili třemi přístroji jak bylo uvedeno dříve. Pro nivelaci byla využita metoda velmi přesné nivelace. Měřilo se v nivelačních oddílech, které byly mezi pevně stabilizovanými body. Pro měření polohového pole byla použita metoda měření v polygonových pořadech.

3.1 Velmi přesná nivelace

Určení výšek proběhlo pomocí geometrické nivelace ze středu, pomocí přístroje Zeiss DiNi 12T a 2m latí Nedo v.č. 10322 a 10333. Přesnost zvolená pro naše měření byl mezní rozdíl z obousměrné nivelace, který se používá pro nivelaci 2. řádu ČSNS, tedy velmi přesná nivelaci (VPN).

$$\Delta_{max} = 2,25 \cdot \sqrt{R} \quad (3.1)$$

Kde:

R - délka pořadu v kilometrech

Dle důlní vyhlášky je [2] je přesnost v kategorii velmi přesných měření $\Delta_{max} = 2,5 \cdot \sqrt{R}$ takže jsme použili přísnější kritérium, které bylo dle tabulky č. 4 splněno.

Δ_{max} je vypočítaný maximalní rozdíl převýšení v oddílu v milimetrech

Mé měření probíhalo 1.3.2018 a 15.3.2018 nivelačním přístrojem Zeiss DiNi 12T, nadmořské výšky byly určeny v systému Bpv, pro nově vybudované body Důlního polohového bodového pole. Při výpočtu výšek nových bodů se nezaváděly ortometrické korekce a opravy na normální výšky.

3.1.1 Použité vybavení pro nivelaci

Nivelační přístroj Zeiss DiNi 12T v.č. 701 822

Pevný stativ

Invarové nivelační latě Nedo – délky 2 m, kalibrované v.č. 10322 a 10333

Měřické podložky

Kolečko pro měření vzdáleností

3.1.2 Zásady, které musíme dodržet

Záměra nesmí přesáhnout délku 40 m (pro digitální přístroje výrobce doporučuje 30 m)

Záměra musí vést alespoň 0,8 m nad terénem, při kratších záměrech postačuje 0,4m

Latě musí být podpírány tyčemi či nožičkami pro lepší stabilitu

Vybavení je třeba nechat temperovat před začátkem měření

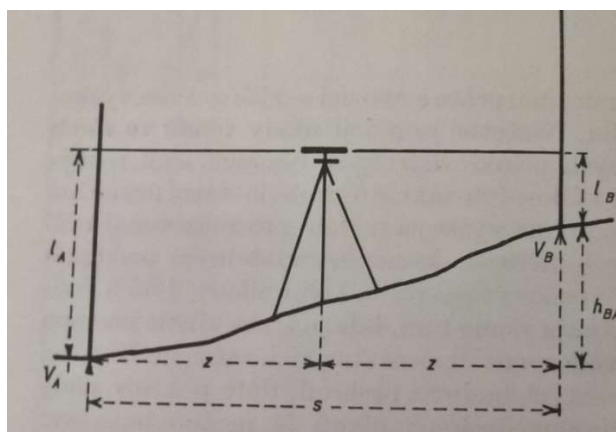
Oddíl se vždy měří celý najednou

Nivelční oddíl musí mít jednu nebo sudý počet sestav

Při měření tam a zpět je třeba zaměnit latě

3.1.3 Geometrická nivelace ze středu

Metoda využívá principu postavení nivelačního přístroje uprostřed mezi dvěma body a změřením jejich převýšení. Převýšení se zaměří na nivelačních latích, které stojí na bodech. Přístroj musí být zhorizontovaný, aby záměrná přímka byla vodorovná. Výhodou této metody je eliminace chyb způsobených odklonem záměrné přímky od vodorovné roviny, vliv zakřivení země.



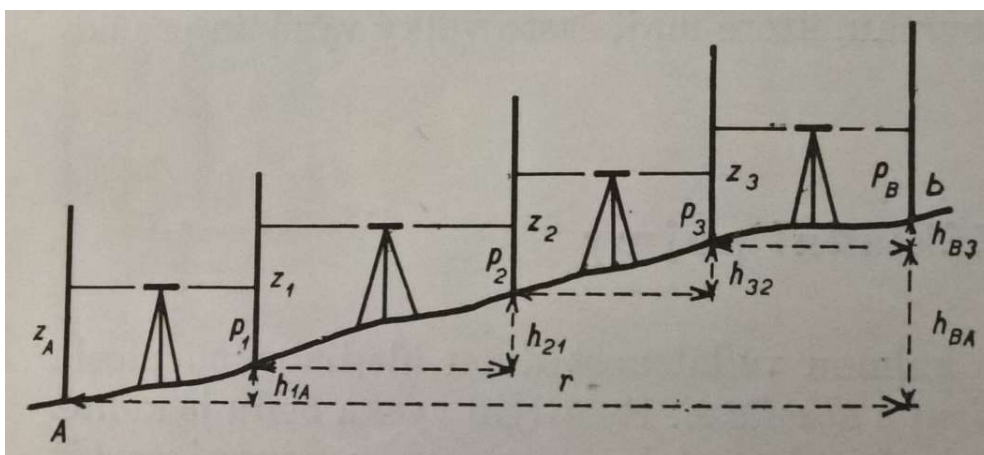
obr. 5: Princip geometrické nivelace ze středu [9]

$$h_{BA} = l_A - l_B \quad (3.2)$$

Takto se vypočte výškový rozdíl dvou bodů. Kde l_A a l_B jsou čtení na lati.

$$V_B = V_A + h_{BA} \quad (3.3)$$

Tímto vzorcem zjistíme výšku neznámého bodu B, pokud známe bod A.



obr. 6: Schéma nivelačního oddílu [9]

Při měření na větší vzdálenosti, či při větším převýšení, se měří v nivelačních oddílech. Tedy sdružuje se více sestav dohromady. Při měření VPN musí mít jednu nebo sudý počet sestav.

vztažena k 1/3 základny.

$$^1l_A - \Delta - (^1l_B - 2\Delta) = ^2l_A - 2\Delta - (^2l_B - \Delta) \quad (3.8)$$

$$\Delta = \frac{(^1l_B - ^1l_A + ^2l_A - ^2l_B)}{2} \quad (3.9)$$

$$O_k = \frac{3\Delta}{d} \quad (3.10)$$

Kde:

Δ – oprava z nevodorovnosti záměrné přímky (na 1/3 vzdálenosti základny)

1l_A – záměra vzad

2l_B – záměra v před

d – délka základny

O_k – oprava z nevodorovné záměry

$$c = \arctan\left(\frac{\Delta}{3s}\right) \quad (3.11)$$

Výhoda této metody spočívá v symetrii konfigurace, potlačení potřeby přestřování a minimalizace jeho vlivu na výsledek komparace.

Zdroje: [14]

3.1.5 Průběh měření nivelace

Nivelační oddíly vycházely v patře +- 0 m z bodu VB31 a jsou ověřeny na bod HVB4. v patře + 20 m z bodu VB32 a ověření na bod S4. Výšky byly určeny pouze bodům stropním 551-554 a 535.

Měření začalo 1.3.2018, měřilo se přístrojem Zeiss DiNi 12T(v.č. 701 882) na nivelační latě Nedo (v.č. 10322 a 10333). Před samotným měřením proběhla temperace přístrojů, což bylo kvůli 100% vlhkosti velmi důležité, aby se předešlo mlžení čoček. Poté následovala Förstnerova metoda zkoušky nivelačního přístroje, kde byla určena chyba z nevodorovnosti záměrné přímky. Tento den bylo změřeno 9 nivelačních oddílů. Největší úskalí bylo při držení latí vzhůru nohama, kdy nebylo vidět na libelu, proto v tomto případě musel být přítomen druhý laťář s přiloženou libelou.

Dne 15.3.2018 byly stejnými přístroji doměřeny oddíly mezi body HVB4 – VB31 a HVB4 - 510

3.2 Měření polygonového pořadu

Polygonový pořad byl veden v oblasti Čelina – východ od úrovně +-0, přes hlavní vstup ven na povrch a přes vstup v úrovni +40m zpět do štoly. Pro měření byly využívány stavy zcentrované a zhorizontované pod nebo nad pevnými body, v zatáčkách bylo využito volných stanovisek číselovaných řadou 5000+. Druhý polygonový pořad byl uzavřený a byl veden v 2. patře(+20 m), ten byl celý měřen totální stanicí Trimble S 8 HP. Při měření obou pořadů bylo naměřeno nadbytečné množství měření a bylo třeba měření vyrovnat. Dále byly využity trny ve stěnách, které byly osazeny minihranoly Leica GMP101. Na stativy se využívaly hranoly Leica GPH1P, GPR121, nebo GMP101. Osnovy vodorovných směrů a zenitových úhlů byly měřeny zcela automaticky po předchozím nastavení směrů cílů stroji. Na každém stanovisku byly měřeny atmosférické podmínky(teplota, tlak, vlhkost), které se psaly do totální stanice, které dále vypočítávala fyzikální korekce.

Důlní polohové bodové pole bylo měřeno 15. 3. 2018 přístrojem Trimble S8 HP, 8. a 9. 3. 2018 přístrojem Leica TS50 zapůjčeným společností Metrostav a.s..



obr. 8: Hranol GMP101 na stativu [vlastní fotografie]

4 Geodetické přístroje

4.1 Leica TS50

Totální stanice Leica TS50 je moderní automatický přístroj, který měří se sub-milimetrovou a sub-vteřinovou přesností. Úhlová přesnost je $0,5''$ ($0,15\text{mgon}$) a délková přesnost pro měření na hranol je $0,6\text{ mm} + 1\text{ ppm}$. TS50 má technologie pro adaptivní docilování na hranol a díky tomu je možné měřit ve skupinách zcela automaticky. Přístroj byl zapůjčen od Geodetického střediska Divize 5 společnosti Metrostav a.s..



obr. 9: Totální stanice Leica TS50 [vlastní fotografie]

4.2 Trimble S8 HP

Totální stanice je jedna z nejvýkonnějších od firmy Trimble. Díky své přesnosti v úhlu jen 1" a délkovou přesností 0,8 mm + 1 ppm je na téměř stejné úrovni jako přístroj firmy Leica. Jeho výhodou je snadnější manipulace či dokonalejší hledání cílů. Další vybavení co přístroj má, je osvětlení ryskového kříže, který je díky tomu ve tmě vidět. Přístroj byl zapůjčen od katedry 154.



obr. 10: Totální stanice Trimble S 8 HP [20]

4.3 Zeiss DiNi 12T

Digitální nivelační přístroj Zeiss DiNi 12T, který byl vybrán pro měření velmi přesné nivelace, je velmi přesný. Jednotková směrodatná odchylka je jen 0,3 mm/km. Přístroj je velice kompaktní, jen není úplně vhodný pro práce v podzemí kvůli absenci podsvícení libely, na druhou stranu má alespoň podsvícený display. Odečet se provádí CCD senzorem, který čte čárový kód na lati. Přístroj je velmi citlivý na nedostatek světla či velké přesvícení. Přístroj byl zapůjčen od katedry 154.



obr. 11: Nivelační přístroj Zeiss DiNi 12T [vlastní fotografie]

5 Vyrovnání

Vyrovnání nově bodovaného bodového pole proběhlo v programech EasyNET a Gama – q2. Pro celkové vyrovnání všech měření, která již v prostoru štol Josef proběhla, byl použit program Gama – q2.

5.1 Metoda nejmenších čtverců

Vybrané programy využívají pro výpočet vyrovnání metodu nejmenších čtverců (MNČ). Princip této metody spočívá v nalezení co nejmenšího součtu čtverců (druhých mocnin) oprav. Metoda se používá k zpracování dat, která obsahují nadbytečný počet měření a jejich vyrovnání.

$$\Omega = v^T P v = \sum p v^2 = \text{Min} \quad (5.1)$$

Kde:

$$v = \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_n \end{pmatrix} \text{ je vektor oprav a } P = \begin{pmatrix} p_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & p_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & p_n \end{pmatrix} \text{ je matice vah} \quad (5.2)$$

Pro vyrovnání pomocí MNČ se používají tři základní metody – vyrovnání přímých měření, vyrovnání zprostředkujících měření a vyrovnání podmínkových měření.

Zdroje: [15]

5.2 EasyNET

Vyrovnání proběhlo programem EasyNET, který vytvořili Prof. Ing. Martin Štroner, Ph.D. a Ing. Pavel Třasák, Ph.D.. Program sám detekuje skupiny, či vylučuje odlehlá měření. Odhaluje hrubé měřické chyby nebo dokáže redukovat měřené veličiny. Jedna z mála nevýhod tohoto programu je nemožnost zadávání záporných délek stanovisek a cílů. Po nahrání potřebných dat, tedy měřených veličin a souřadnic fixních bodů program vyrovná síť. Výstupem je protokol o vyrovnání, kresba a parametry elips chyb.

Do programu se načítají data ve formátu .asc, dělá se to přes záložku *Hlavní* -> *přidat*. v záložce *Vyrovnnání* je možnost přidání bodů - *fixní body*, jim je možnost nastavit, zda budou fixní či budou nefixní, dále se provede *Analýza měření*. Nakonec se provede *Vyrovnnání sítě*.

EasyNET [CV0_upravene_prenosi.pen]

0 / 638

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

<

obr. 12: hlavní dialogové okno [vlastní zpracování]

Základní informace o vyrovnnání sítě		Vyrovnnání sítě	
Vyloučení odlehlých hodnot		Vyrovnnání sítě	
Metoda robustního odhadu:	Huber	Apriorní jednotková směrodatná odchylka:	1.000
Hladina významnosti:	0.01	Aposteriorní jednotková směrodatná odchylka:	0.664
Počet vyloučených odlehlých hodnot:	50/957 [0.052]	Počet fixních bodů:	0
Vodorovný směr:	5/319 [0.016]	Počet vyrovnaných bodů:	35
Zenitový úhel:	36/319 [0.113]	Počet vyrovnaných orientačních posunů:	18
Šikmá délka:	9/319 [0.028]	Počet vyrovnaných měření:	907
Šikmá délka (doplňek):	-	Vodorovný směr:	314
Směrník:	-	Zenitový úhel:	283
Převýšení:	-	Šikmá délka:	310
Svislé provažování:	-	Šikmá délka (doplňek):	0
		Směrník:	0
		Převýšení:	0
		Svislé provažování (X + Y):	0 (0)
		Počet nadbytečných měření:	788

obr. 13: základní informace o vyrovnnání [vlastní zpracování]

tab. 1: Vnější přesnosti měřené sítě, které vypočítá program EasyNET

přístroj	Vodorovný směr [mgon]	Zenitový úhel [mgon]	Šikmá délka [mm]
Leica TS 50	0,291	3,108	0,60
Trimble S 8	0,627	1,758	0,28

tab. 2: Tabulka vyrovnaných souřadnic nově určených bodů

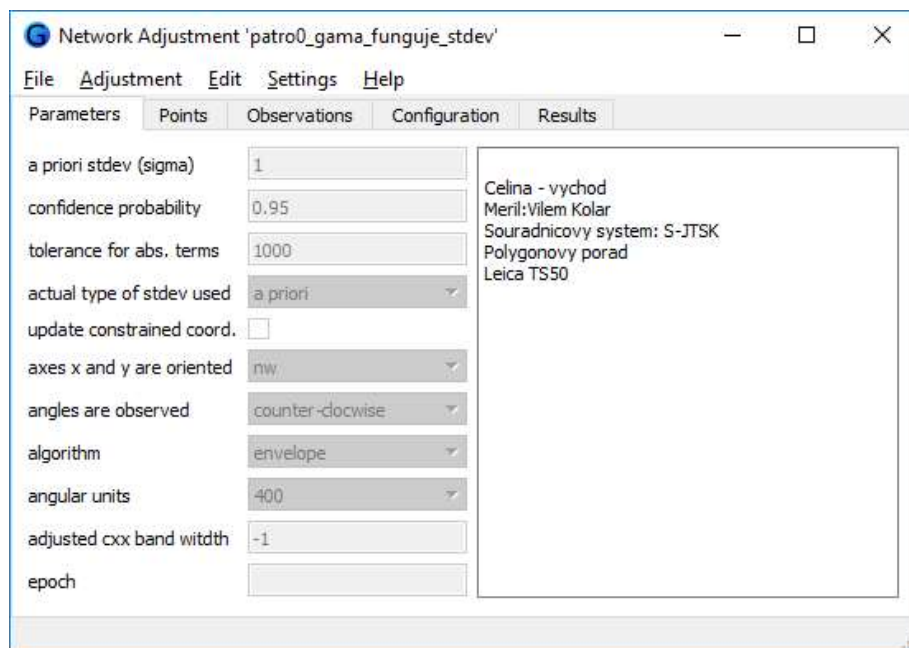
číslo bodu	X [m]	Y [m]	Z [m]	σ_{yxz} [mm]
534	1 081 482,134	753 304,974	308,926	0,05
535	1 081 501,484	753 268,025	309,732	0,08
7533	1 081 495,915	753 302,803	308,220	0,07
7534	1 081 501,297	753 281,930	308,573	0,08
551	1 081 457,788	753 223,031	289,340	0,38
552	1 081 461,697	753 149,177	289,501	0,48
553	1 081 419,775	753 295,319	289,589	0,35
554	1 081 494,640	753 225,692	289,282	0,46
510	1 081 449,908	753 383,446	287,790	0,28

Zdroje: [10]

5.3 Gama – q2

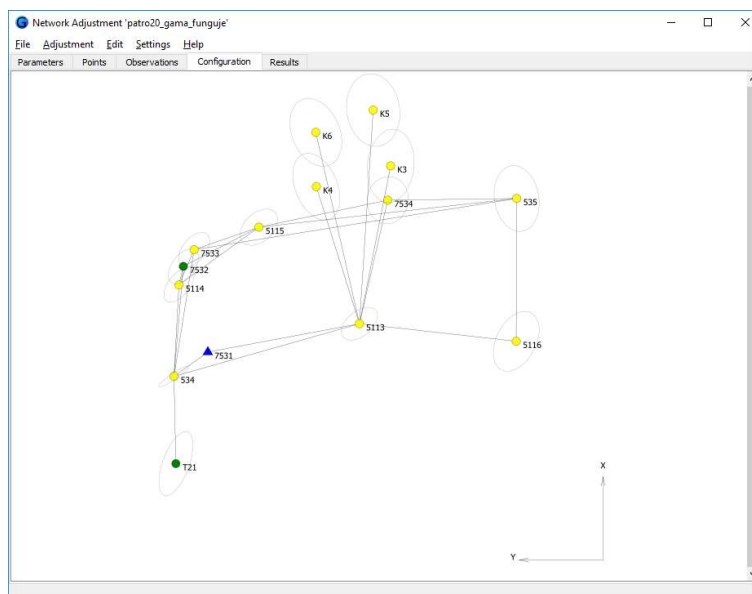
Gama – q2 je grafické rozhraní k programu Gama Local, který vyvinul Prof. Ing. Aleš Čepek, CSc. Z katedry Geomatiky na ČVUT v Praze. Program je napsán v jazyce C++ a grafické rozhraní využívá vývojovou platformu Qt. Program slouží k vyrovnaní geodetických volných sítí v lokální kartézské soustavě.

Po spuštění programu je nejprve třeba se připojit do SQL databáze. *Database -> connect to database -> ok*. Dále je nutné načíst soubory s měřením: *Database -> Import Configuration File -> vyberu umístění souboru ve formátu .gkf na úložišti -> Import*. Nyní již přecházíme k vyrovnaní: *Adjustment -> Network Adjustment -> vyberu vstupní (mnou již načtený) soubor a potvrdím ok*. Zde nyní vidím základní informace o měření.



obr. 14: informace o měření [vlastní zpracování]

Samotné vyrovnání provedu kliknutím na *Adjustment -> Run*.



obr. 15: kontrolní grafika s elipsami chyb [vlastní zpracování]

Využitá verze programu je 0.90 a výpočetní jádro je GNU gama verze 1.22.

tab. 3: Vyrovnané souřadnice z programu gama – q2

číslo bodu	X [m]	Y [m]	σ_{yx} [mm]
534	1 081 482,135	753 304,974	0,4
535	1 081 501,483	753 268,029	0,9
7533	1 081 495,915	753 302,804	0,5
7534	1 081 501,296	753 281,933	0,7
551	1 081 457,778	753 223,032	16,5
552	1 081 461,685	753 149,178	26,6
553	1 081 419,769	753 295,322	10,0
554	1 081 494,630	753 225,692	16,2
510	1 081 449,906	753 383,447	6,8

Zdroje: [16] [17]

6 Zpracování měření

6.1 Nivelace

6.1.1 Zavádění opravy z laťového metru

Pro měření velmi přesné nivelace je třeba zavést opravu z laťového metru. Pro tuto opravu je třeba provést kalibraci nivelačních latí. Kalibraci mnou použitých nivelačních latí Nedo v.č. 10322 a 10333, provedl v roce 2016 kolega Ing. Hanousek[jeho práce].

Výsledky kalibrace: teplota 20 °C, $1 + \alpha = 0,999995$ pro obě latě

$$l = l_0 \cdot (1 + \alpha + \beta \cdot (t - t_0)) \quad (6.1)$$

Kde:

l – opravené čtení na lati

l_0 – čtení na lati

α – oprava délky laťového metru

β – koeficient teplotní roztažnosti invaru

t – teplota při měření

t_0 – teplota při kalibraci

6.1.2 Přesnosti měření nivelace

Přesnost nivelace měřené obousměrně je vyjádřena kilometrovou směrodatnou odchylkou jednotkovou:

$$m_0 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{n_R} \cdot \sum \frac{\rho_i^2}{R}} \quad (6.2)$$

$$m_0 = 0,47 \text{ mm} \quad (6.3)$$

Kde : R – délka nivelačního oddílu [km]

ρ – rozdíl převýšení tam a zpět [mm]

n_R – počet nivelačních oddílů (11)

Mezní hodnota směrodatné odchylky m_0 je pro VPN II. řádu dána výrazem:

$$\bar{m} = 0,45 + \frac{0,80}{\sqrt{n_R}} \quad (6.4)$$

$$\bar{m} = 0,69 \text{ mm} \quad (6.5)$$

$$m_0 < \bar{m} \quad (6.6)$$

Směrodatná odchylka nivelovaného převýšení:

$$m_{\Delta H} = m_0 \cdot \sqrt{R} \quad (6.7)$$

$$m_{\Delta H} = 0,09 \text{ mm} \quad (6.7)$$

Přesnost nivelace je dle vzorce (6.6) je požadavek na odchylku splněn. Tyto vzorce platí spolehlivě jen do 1 km délky nivelačního pořadu. Což je náš případ. [8][9]

6.1.3 Výsledky nivelace

tab. 4: porovnání měření tam a zpět mezní rozdíl

mezi body	tam [m]	zpět [m]	délka [m]	Δ_M [mm]	rozdíl [mm]	vyhovuje
VB31-532	2,70074	-2,70076	10,6	0,23	0,02	Ano
VB31-553	3,13767	-3,13807	45	0,47	0,40	Ano
VB31-553	3,13796	-3,13799	45	0,47	0,03	Ano
532-551	0,19182	-0,19189	38	0,43	0,07	Ano
551-552	0,16144	-0,16177	74	0,61	0,33	Ano
551-554	-0,05273	0,05277	38	0,43	0,04	Ano
HVB4-510	2,07378	-2,07382	16	0,28	0,04	Ano
HVB4-VB31	0,73444	-0,73465	102	0,71	0,21	Ano
534-535	0,80612	-0,80636	53	0,51	0,24	Ano
534-S4	-2,44759	2,44748	10	0,22	0,11	Ano
VB32-S4	-0,51094	0,5108	13	0,25	0,14	Ano

tab. 5: opravení převýšení o laťový metr a výsledné převýšení

mezi body	tam [m]	zpět [m]	teplota [°C]	oprava	tam [m]	zpět [m]	převýšení [m]
VB31-532	2,70074	-2,70076	5	0,999965	2,70065	-2,70067	2,70066
VB31-553	3,13767	-3,13807	5	0,999965	3,13756	-3,13796	3,13776
VB31-553	3,13796	-3,13799	5	0,999965	3,13785	-3,13788	3,13787
532-551	0,19182	-0,19189	7,5	0,999969	0,19181	-0,19188	0,19185
551-552	0,16144	-0,16177	7,5	0,999969	0,16143	-0,16176	0,16160
551-554	-0,05273	0,05277	7,5	0,999969	-0,05273	0,05277	-0,05275
HVB4-510	2,07378	-2,07382	7	0,999968	2,07371	-2,07375	2,07373
HVB4-VB31	0,73444	-0,73465	7	0,999968	0,73442	-0,73463	0,73452
534-535	0,80612	-0,80636	13	0,999977	0,80610	-0,80634	0,80622
534-S4	-2,44759	2,44748	13	0,999977	-2,44753	2,44742	-2,44748
VB32-S4	-0,51094	0,5108	13	0,999977	-0,51093	0,51079	-0,51086

tab. 6: nadmořské výšky bodů určené velmi přesnou nivelací

bod	nadmořská výška [m]	poznámka
HVB4	285,7135	1. patro hlavní nivelační bod
S4	306,4733	2. patro nivelační bod
VB31	286,4480	1. patro nivelační bod
VB32	306,9843	2. patro nivelační bod
510	287,7872	1. patro stropní stabilizace
531	288,6145	1. patro stropní stabilizace
532	289,1487	1. patro stropní stabilizace
534	308,9210	2. patro stropní stabilizace
535	309,7273	2. patro stropní stabilizace
551	289,3405	1. patro stropní stabilizace
552	289,5021	1. patro stropní stabilizace
553	289,5859	1. patro stropní stabilizace
554	289,2878	1. patro stropní stabilizace

Výšky bodů jsou vztaženy v patře +0 k bodu VB31 s ověřením na bod HVB4 a v patře +20 jsou výšky vztaženy k bodu VB32 s ověřením na bod S4.

Zdroje [3][12][13]

6.2 Polygonový pořad

6.2.1 Testování protisměrných délek dle vyhlášky 435/1992 Sb.

Dle důlní vyhlášky byly testovány protisměrně měřené délky. Ve vyhlášce jsou uvedeny 4 třídy přesnosti: velmi přesná, přesná, technická a speciální. Pro každou přesnost je jiné kritérium přesnosti, pro technickou přesnost nesmí střední relativní chyba měřené délky překročit hodnotu 1 : 10 000,

tedy 1 mm na 10 m. Pro přesná měření je 1 : 14 000 a pro velmi přesná měření, pro která jsme provedli testování, je 1 : 18 000. [2]

Tab. 7: tabulka testování protisměrně měřených délek

dvojice bodů	tam [m]	zpět [m]	rozdíl [mm]	Δ_M [mm]	vyhovuje	průměrná délka [m]
552 - 532	149,0505	149,0499	0,5	8,3	ANO	149,0502
552 - 531	198,9368	198,9355	1,3	11,1	ANO	198,9362
552 - 551	73,9693	73,9695	-0,3	4,1	ANO	73,9694
551 - 532	75,0822	75,0825	-0,3	4,2	ANO	75,0824
551 - 531	124,9687	124,9683	0,4	6,9	ANO	124,9685
532 - 533	18,3952	18,3958	-0,6	1,0	ANO	18,3955
532 - 531	49,9003	49,9002	0,0	2,8	ANO	49,9003
531 - 5103	16,2970	16,2970	0,0	0,9	ANO	16,2970
5103 - 5102	13,9311	13,9311	0,0	0,8	ANO	13,9311
5102 - 4003	8,1958	8,1958	0,0	0,5	ANO	8,1958
501 - 537	98,5858	98,5863	-0,4	5,5	ANO	98,5861
537 - 5101	23,2381	23,2385	-0,4	1,3	ANO	23,2383
5101 - 538	72,4559	72,4564	-0,5	4,0	ANO	72,4562
534 - 5114	9,9591	9,9592	-0,1	0,6	ANO	9,9592
5114 - 5115	10,6703	10,6702	0,1	0,6	ANO	10,6703
5115 - 535	27,9686	27,9686	0,0	1,6	ANO	27,9686
535 - 5116	15,5348	15,5346	0,2	0,9	ANO	15,5347
5113 - 534	20,8136	20,8139	-0,3	1,2	ANO	20,8138

Z tabulky je vidět, že všechny protisměrně měřené délky vyhověly důlní vyhlášce a nikde nebyla mezní odchylka Δ_M .

6.2.2 Test polohy koncového bodu polygonového pořadu

Při dvou nezávislých měřeních je možné vypočítat odchylku koncového bodu otevřeného polygonového pořadu. Jako druhé nezávislé měření bylo použito měření kolegy Ritschela ze dne 7.3.2018, které bylo měřeno přístrojem Leica TS06.

Povolená odchylka vychází ze vztahu:

$$D_{x,y} = \pm \sqrt{D_1^2 + D_2^2} \quad (6.8)$$

Kde:

D_1^2 - je povolená odchylka prvního měření důlního polygonového pořadu

D_2^2 - je povolená odchylka druhého měření důlního polygonového pořadu

$$D_1 = \pm 10^{-3} \cdot \sqrt{k_1 \cdot L_I + k_2 \cdot [R_I R_I]} \quad (6.9)$$

$$D_2 = \pm 10^{-3} \cdot \sqrt{k_1 \cdot L_{II} + k_2 \cdot [R_{II} R_{II}]} \quad (6.10)$$

L – jsou součty délek měřených stran otevřeného důlního polygonového pořadu v metrech

RR – jsou součty čtverců přímých vzdáleností jednotlivých bodů pořadu od koncového bodu v metrech

tab. 8: tabulka koeficientů

k_1	k_2	
1	0,003	velmi přesné měření
2	0,008	přesné měření
3	0,040	technické měření

Dle těchto vzorců vyšla výsledná odchylka pro velmi přesné měření $D_{x,y} = 0,021$ m

tab. 9: Souřadnice použité pro kontrolu v oblasti Čelina – východ.

číslo bodu	od L. Ritschela		vyrovnání z EasyNET		vyrovnání z Gama - q2	
	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
532	1 081 453,538	753 297,985	1 081 453,535	753 297,984	1 081 453,533	753 297,983
551	1 081 457,785	753 223,039	1 081 457,788	753 223,031	1 081 457,778	753 223,032
552	1 081 461,692	753 149,190	1 081 461,697	753 149,177	1 081 461,685	753 149,178
553	1 081 419,777	753 295,322	1 081 419,775	753 295,319	1 081 419,769	753 295,322
554	1 081 494,635	753 225,699	1 081 494,640	753 225,692	1 081 494,630	753 225,692

tab. 10: Porovnání souřadnicových odchylek

číslo bodu	EasyNET	Gama - q2	ΔM	vyhovuje
	ΔXY [m]	ΔXY [m]		
532	0,003	0,005	0,021	ANO
551	0,009	0,010	0,021	ANO
552	0,014	0,014	0,021	ANO
553	0,004	0,008	0,021	ANO
554	0,008	0,008	0,021	ANO

Zdroje: [2]

7 Výsledky

tab. 11: Tabulky vyrovnaných souřadnic z programu gama – q2 (patro 0)

číslo bodu	X [m]	Y [m]	σ_{yx} [mm]
501	1 081 634,675	753 430,174	4,4
502	1 081 511,473	753 377,284	6,9
503	1 081 309,209	753 363,060	23,1
510	1 081 449,906	753 383,447	6,8
531	1 081 452,132	753 347,854	3,4
532	1 081 453,533	753 297,984	6,8
533	1 081 471,894	753 299,023	5,9
537	1 081 565,778	753 374,338	5,0
538	1 081 470,193	753 373,035	8,9
539	1 081 473,570	753 324,297	11,0
551	1 081 457,778	753 223,032	16,5
552	1 081 461,685	753 149,178	26,6
553	1 081 419,769	753 295,322	10,0
554	1 081 494,630	753 225,692	16,2
4003	1 081 457,273	753 373,433	5,1
5101	1 081 542,636	753 373,174	5,5
5102	1 081 465,445	753 374,046	4,7
5103	1 081 456,192	753 363,634	4,1
7021	1 081 553,092	753 397,084	3,7
7031	1 081 516,525	753 380,260	6,1
7032	1 081 517,793	753 377,873	7,6
7043	1 081 505,458	753 375,087	6,2
7051	1 081 478,463	753 376,457	4,8
7511	1 081 451,554	753 313,296	5,2
7512	1 081 453,145	753 311,895	5,2
7513	1 081 454,056	753 313,869	4,9
7522	1 081 461,515	753 297,803	6,4
7541	1 081 471,715	753 337,220	10,5
7542	1 081 473,001	753 338,139	10,3
7543	1 081 473,337	753 338,168	10,3
O1	1 081 469,796	753 384,829	8,5
O2	1 081 468,423	753 384,696	8,6
P01802	1 081 436,578	753 373,125	6,9
T01	1 081 472,810	753 303,237	5,3
T02	1 081 471,268	753 305,209	5,1

tab. 12: Tabulky vyrovnaných souřadnic z programu gama – q2 (patro 20)

číslo bodu	X [m]	Y [m]	σ_{yx} [mm]
534	1 081 482,135	753 304,974	0,4
535	1 081 501,483	753 268,029	0,9
5113	1 081 487,857	753 284,973	0,5
5114	1 081 492,077	753 304,435	0,5
5115	1 081 498,359	753 295,819	0,6
5116	1 081 485,951	753 268,077	0,8
7532	1 081 494,098	753 303,964	0,5
7533	1 081 495,915	753 302,804	0,5
7534	1 081 501,296	753 281,933	0,7
K3	1 081 505,026	753 281,616	1,0
K4	1 081 502,760	753 289,625	0,9
K5	1 081 511,099	753 283,495	1,0
K6	1 081 508,675	753 289,686	0,9
T21	1 081 472,639	753 304,766	0,8

tab. 13: Tabulky vyrovnaných souřadnic z programu EasyNET v S – JTSK (patro 0)

bod	X [m]	Y [m]	Z [m]	σ_{yxz} [mm]	typ stabilizace
O1	1 081 469,803	753 384,832	327,211	0,59	3. patro důlní olovnice
O2	1 081 468,430	753 384,699	327,166	0,59	3. patro důlní olovnice
501	1 081 634,680	753 430,171	284,545	0,75	1. patro hřeb v betonu
502	1 081 511,476	753 377,286	285,240	0,26	1. patro bod v počvě
503	1 081 309,211	753 363,052	286,781	0,65	1. patro bod v počvě
510	1 081 449,908	753 383,446	287,790	0,29	1. patro stropní stabilizace
531	1 081 452,136	753 347,853	288,617	0,24	1. patro stropní stabilizace
532	1 081 453,539	753 297,982	289,151	0,26	1. patro stropní stabilizace
533	1 081 471,900	753 299,023	288,778	0,30	1. patro stropní stabilizace
537	1 081 565,781	753 374,337	327,723	0,43	3. patro hřeb v betonu
538	1 081 470,199	753 373,039	325,790	0,53	3. patro bod v počvě
539	1 081 473,572	753 324,304	326,639	0,70	3. patro bod v počvě
551	1 081 457,788	753 223,031	289,340	0,43	1. patro stropní stabilizace
552	1 081 461,697	753 149,177	289,501	0,65	1. patro stropní stabilizace
553	1 081 419,775	753 295,319	289,589	0,34	1. patro stropní stabilizace
554	1 081 494,640	753 225,692	289,282	0,52	1. patro stropní stabilizace
T01	1 081 472,816	753 303,237	288,791	0,39	1. patro odrazný štítek
T02	1 081 471,274	753 305,209	287,641	0,39	1. patro odrazný štítek
4003	1 081 457,276	753 373,432	285,462	0,22	1. patro vrt v kolejnici
5101	1 081 542,640	753 373,174	327,707	0,37	1. patro volné stanoviště
5102	1 081 465,448	753 374,045	285,443	0,22	1. patro vrt v kolejnici
5103	1 081 456,195	753 363,633	287,016	0,24	3. patro volné stanoviště
7021	1 081 553,096	753 397,083	286,912	0,44	1. patro trn ve stěně
7031	1 081 516,529	753 380,260	286,609	0,29	1. patro trn ve stěně
7032	1 081 517,795	753 377,875	286,789	0,34	1. patro trn ve stěně

7043	1 081 505,461	753 375,088	286,977	0,27	1. patro trn ve stěně
7051	1 081 478,465	753 376,457	287,055	0,25	1. patro trn ve stěně
7511	1 081 451,560	753 313,295	287,421	0,28	1. patro trn ve stěně
7512	1 081 453,150	753 311,893	288,752	0,35	1. patro trn ve stěně
7513	1 081 454,061	753 313,868	288,005	0,27	1. patro trn ve stěně
7522	1 081 461,521	753 297,802	288,630	0,30	1. patro trn ve stěně
7541	1 081 471,719	753 337,226	327,023	0,65	3. patro trn ve stěně
7542	1 081 473,004	753 338,146	328,468	0,64	3. patro trn ve stěně
7543	1 081 473,341	753 338,174	327,400	0,64	3. patro trn ve stěně
P01802	1 081 436,581	753 373,123	288,188	0,29	1. patro bod v počvě

tab. 14: Tabulky vyrovnaných souřadnic z programu EasyNET v S – JTSK (patro 20)

bod	X [m]	Y [m]	Z [m]	σ_{yxz} [mm]	typ stabilizace
K3	1 081 505,028	753 281,614	300,706	0,14	katedrála trn ve stěně
K4	1 081 502,762	753 289,623	301,620	0,12	katedrála trn ve stěně
K5	1 081 511,102	753 283,492	309,610	0,15	katedrála trn ve stěně
K6	1 081 508,677	753 289,684	307,035	0,14	katedrála trn ve stěně
534	1 081 482,134	753 304,974	308,926	0,05	2. patro stropní stabilizace
535	1 081 501,484	753 268,025	309,732	0,08	2. patro stropní stabilizace
T21	1 081 472,637	753 304,766	308,649	0,10	2. patro odrazný štítek
5113	1 081 487,857	753 284,970	308,519	0,05	2. patro volné stanoviště
5114	1 081 492,078	753 304,434	307,906	0,05	2. patro volné stanoviště
5115	1 081 498,360	753 295,817	308,260	0,06	2. patro volné stanoviště
5116	1 081 485,951	753 268,073	308,332	0,10	2. patro volné stanoviště
7531	1 081 484,775	753 301,324	308,325	0,07	2. patro trn ve stěně
7532	1 081 494,099	753 303,963	308,299	0,05	2. patro trn ve stěně
7533	1 081 495,915	753 302,803	308,220	0,07	2. patro trn ve stěně
7534	1 081 501,297	753 281,930	308,573	0,08	2. patro trn ve stěně

tab. 15: Tabulky vyrovnaných souřadnic z programu EasyNET v systému S – Josef (patro 0)

bod	X [m]	Y [m]	Z [m]	σ_{yxz} [mm]	typ stabilizace
O1	9 835,109	4 954,646	326,857	0,59	3. patro důlní olovnice
O2	9 833,736	4 954,513	326,812	0,59	3. patro důlní olovnice
501	10 000,007	5 000,000	284,192	0,75	1. patro hřeb v betonu
502	9 876,788	4 947,101	284,887	0,26	1. patro bod v počvě
503	9 674,496	4 932,854	286,428	0,65	1. patro bod v počvě
510	9 815,212	4 953,259	287,436	0,29	1. patro stropní stabilizace
531	9 817,442	4 917,661	288,264	0,24	1. patro stropní stabilizace
532	9 818,848	4 867,783	288,797	0,26	1. patro stropní stabilizace
533	9 837,211	4 868,825	288,424	0,30	1. patro stropní stabilizace
537	9 931,102	4 944,154	327,370	0,43	3. patro hřeb v betonu
538	9 835,506	4 942,852	325,437	0,53	3. patro bod v počvě

539	9 838,882	4 894,110	326,285	0,70	3. patro bod v počvě
551	9 823,101	4 792,821	288,986	0,43	1. patro stropní stabilizace
552	9 827,015	4 718,957	289,147	0,65	1. patro stropní stabilizace
553	9 785,079	4 865,117	289,236	0,34	1. patro stropní stabilizace
554	9 859,958	4 795,485	288,929	0,52	1. patro stropní stabilizace
T01	9 838,127	4 873,039	288,437	0,39	1. patro odrazný štítek
T02	9 836,584	4 875,011	287,288	0,39	1. patro odrazný štítek
4003	9 822,581	4 943,244	285,109	0,22	1. patro vrt v kolejnici
5101	9 907,957	4 942,991	327,353	0,37	1. patro volné stanovisko
5102	9 830,754	4 943,857	285,090	0,22	1. patro vrt v kolejnici
5103	9 821,501	4 933,443	286,662	0,24	3. patro volné stanovisko
7021	9 918,413	4 966,903	286,558	0,44	1. patro trn ve stěně
7031	9 881,842	4 950,076	286,256	0,29	1. patro trn ve stěně
7032	9 883,109	4 947,690	286,435	0,34	1. patro trn ve stěně
7043	9 870,772	4 944,903	286,624	0,27	1. patro trn ve stěně
7051	9 843,773	4 946,270	286,702	0,25	1. patro trn ve stěně
7511	9 816,867	4 883,097	287,068	0,28	1. patro trn ve stěně
7512	9 818,458	4 881,696	288,398	0,35	1. patro trn ve stěně
7513	9 819,369	4 883,671	287,651	0,27	1. patro trn ve stěně
7522	9 826,831	4 867,603	288,276	0,30	1. patro trn ve stěně
7541	9 837,028	4 907,034	326,669	0,65	3. patro trn ve stěně
7542	9 838,314	4 907,953	328,115	0,64	3. patro trn ve stěně
7543	9 838,650	4 907,982	327,047	0,64	3. patro trn ve stěně
P01802	9 801,883	4 942,933	287,835	0,29	1. patro bod v počvě

tab. 16: Tabulky vyrovnaných souřadnic z programu EasyNET v systému S – Josef (patro 20)

bod	X [m]	Y [m]	Z [m]	σ_{yxz} [mm]	typ stabilizace
K3	9 870,341	4 851,420	300,706	0,66	katedrála trn ve stěně
K4	9 868,075	4 859,430	301,620	0,67	katedrála trn ve stěně
K5	9 876,415	4 853,299	309,610	0,70	katedrála trn ve stěně
K6	9 873,990	4 859,491	307,035	0,70	katedrála trn ve stěně
534	9 847,446	4 874,781	308,926	0,22	2. patro stropní stabilizace
535	9 866,798	4 837,831	309,732	0,31	2. patro stropní stabilizace
T21	9 837,949	4 874,573	308,649	0,68	2. patro odrazný štítek
5113	9 853,169	4 854,776	308,519	0,21	2. patro volné stanovisko
5114	9 857,391	4 874,241	307,906	0,24	2. patro volné stanovisko
5115	9 863,674	4 865,624	308,260	0,25	2. patro volné stanovisko
5116	9 851,264	4 837,878	308,332	0,29	2. patro volné stanovisko
7531	9 850,087	4 871,131	308,325	0,21	2. patro trn ve stěně
7532	9 859,412	4 873,770	308,299	0,23	2. patro trn ve stěně
7533	9 861,229	4 872,610	308,220	0,22	2. patro trn ve stěně
7534	9 866,611	4 851,736	308,573	0,23	2. patro trn ve stěně

Závěr:

Cílem práce bylo dobudování, výškové a polohové zaměření důlního bodového pole ve štole Josef v oblasti Čelina – východ.

Nejprve proběhla rekognoskace, při které bylo rozhodnuto o vybudování 7 nových bodů. Pětí stropních a dvou trnů ve stěně. Stabilizaci provedli místní technici. Měření započala nivelací, poté následovalo měření polygonu. Při měření polygonu byl změřen nadbytečný počet měření a poté bylo třeba měření vyrovnat. Nadbytečný počet měření byl naměřen hlavně v hlavní chodbě v oblasti Čelina -východ, kde vzniklo provázání bodů pomocí štíhlých trojúhelníků. Vyrovnání polohové sítě proběhlo se všemi známými body, pro vyrovnání byl použit SW EasyNET a SW Gama – q2. Velmi přesná nivelace splnila kritéria pro přesnost II. řádu ČSNS jakož i velmi přesné měření dle důlní vyhlášky [2]. Výšky bodů jsou určeny v systému Bpv a jsou vztaženy v patře +-0m k bodu VB31 a v patře + 20 m k bodu VB32. Nakonec všem novým bodům byly vytvořeny místopisy a také bodům, které je ještě neměly. Souřadnice použité v místopisech byly z programu EasyNET a výšky jsou z Velmi přesné nivelace.

Všechny cíle práce byly splněny. Díky výstupu z této práce mohl kolega Ladislav Ritschel[21] zpracovávat svou bakalářskou práci, která se zabývá laserovým skenováním ve štole Josef, s následnou tvorbou základní důlní mapy.

Použité zdroje

- [1] Centrum experimentální geotechniky [online]. Dostupné z: <http://ceg.fsv.cvut.cz/>
- [2] Vyhláška českého báňského úřadu č. 435/1992 Sb., o důlně měřické dokumentaci při hornické činnosti a některých činnostech prováděných hornickým způsobem
- [3] ZEMĚMĚŘICKÝ ÚŘAD. Metodický návod pro práce v základním výškovém bodovém poli. Praha, 2003
- [4] HANOUSEK David, Výškové zaměření a připojení důlního bodového pole části štoly Josef. Praha, 2016. Diplomová práce. ČVUT v Praze, Fakulta stavební. [online] Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/66389/F1-DP-2016-Hanousek-David-david-hanousek-dp-2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [5] Trimble DiNi 12, 12T, 22 User Guide [online]. Dostupné z: ftp://ftp.geoteam.dk/Vejledning/DiNi/DiNi22_user_guide.pdf
- [6] ČEPEK Aleš. GNU Gama [online]. GNU Gama v. 1.15. 2013. Dostupné z: <https://www.gnu.org/software/gama/>
- [7] VAIS, Lukáš. Polohové zaměření a připojení základního bodového pole štoly Josef v oblasti Čelina - východ. Praha, 2016. Diplomová práce. ČVUT v Praze, Fakulta stavební. [online] Dostupné z: https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/66370/F1-DP-2016-Vais-Lukas-DP_Vais_Lukas.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [8] HAUF, Miroslav a kolektiv. *Geodézie*. Praha: SNTL - Státní nakladatelství technické literatury, 1982.
- [9] RYŠAVÝ, Josef a František CACH. *Geodetická příručka*. Praha: SNTL - Státní nakladatelství technické literatury, 1960. 700 stran
- [10] Třasák, Pavel. EasyNET verze 3.4.2 [online].: v Praze, softwarová dokumentace, 2015 dostupné z: http://adjustsolutions.cz/wp-content/uploads/download/easynet_doc_cz.pdf
- [11] GNU Gama. [Online] Dostupné z <http://www.gnu.org/software/gama/>.
- [12] ZEMAN, Antonín. Fyzikální geodézie 10: teorie výšek a výškové systémy. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003. ISBN 80-01-02733-3.
- [13] BLAŽEK, Radim a Zdeněk SKOŘEPA. *Geodézie 3. 2. přeprac. vyd.* Praha: česká technika - nakladatelství VUT, 2006 dotisk. ISBN 80-01-03100-4.
- [14] ČECH, V. a JIŘIKOVSKÝ T. Návod k úloze 3: Nivelace, Určení svislých posunů stavebního objektu metodou přesné nivelace s nestejně dlouhými záměry. (výukový text pro Kontrolní měření) ČVUT v Praze. Fakulta stavební, 2009

- [15] HAMPACHER, M. – RADOUCH V.: Teorie chyb a vyrovnávací počet 10, skripta vydavatelství ČVUT, Praha 1997, 159 stran.
- [16] GNU GAMA, dostupné z: http://gama.fsv.cvut.cz/gwiki/GNU_Gama
- [17] GNU GAMA manuál, dostupné z: <https://www.gnu.org/software/gama/manual/gama.html>
- [18] VARYŠ, Jan. Polohové připojení a zaměření základního důlního bodového pole štol Josef. Praha : ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra speciální geodézie, 2012. str. 61, Diplomová práce.
- [19] FENCL, Martin. Možnosti připojení a usměrnění základního důlního bodového pole v Podzemní laboratoři Josef. [Online] Praha : ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra speciální geodézie, 2015. str. 16, Diplomová práce. Dostupné z: <http://gama.fsv.cvut.cz/~cepek/proj/dp/2015/martin-fencl-dp-2015.pdf>
- [20] Obrázek Trimble S 8 HP. Dostupné z: <https://store.csdsinc.com/products/trimble-s8-total-station-6.html>
- [21] RITSCHER, Ladislav. Zaměření části štol Josef a vytvoření základní důlní mapy. Praha: ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra speciální geodézie, 2018. Bakalářská práce.

Seznam obrázků

obr. 1: Vstupní portál do štoly [vlastní fotografie].....	10
obr. 2: nově vybudované bodové pole ve 2. patře [vlastní zpracování].....	12
obr. 3: nově vybudované bodové pole ve 1. patře [vlastní zpracování].....	13
obr. 4: Stropní stabilizace bodu [vlastní fotografie].....	13
obr. 5: Princip geometrické nivelace ze středu [9].....	16
obr. 6: Schéma nivelačního oddílu [9].....	16
obr. 7: Förstnerova metoda zkoušky nivelačního přístroje [14].....	17
obr. 8: Hranol GMP101 na stativu [vlastní fotografie].....	19
obr. 9: Totální stanice Leica TS50 [vlastní fotografie].....	20
obr. 10: Totální stanice Trimble S 8 HP [20].....	21
obr. 11: Nivelační přístroj Zeiss DiNi 12T [vlastní fotografie].....	22
obr. 12: hlavní dialogové okno [vlastní zpracování].....	24
obr. 13: základní informace o vyrovnání [vlastní zpracování].....	24
obr. 14: informace o měření [vlastní zpracování].....	26
obr. 15: kontrolní grafika s elipsami chyb [vlastní zpracování].....	15

Seznam tabulek

tab. 1: Vnější přesnosti měřené sítě, které vypočítá program EasyNET.....	24
tab. 2: Tabulka vyrovnaných souřadnic nově určených bodů.....	25
tab. 3: Vyrovnané souřadnice z programu gama – q2.....	27
tab. 4: porovnání měření tam a zpět mezní rozdíl.....	29
tab. 5: opravení převýšení o laťový metr a výsledné převýšení.....	30
tab. 6: nadmořské výšky bodů určené velmi přesnou nivelací.....	30
tab. 7: tabulka testování protisměrně měřených délek.....	31
tab. 8: tabulka koeficientů.....	32
tab. 9: Souřadnice použité pro kontrolu v oblasti Čelina – východ.	32
tab. 10: Porovnání souřadnicových odchylek.....	32
tab. 11: Tabulky vyrovnaných souřadnic z programu gama – q2 (patro 0)	33
tab. 12: Tabulky vyrovnaných souřadnic z programu gama – q2 (patro 20)	34
tab. 13: Tabulky vyrovnaných souřadnic z programu EasyNET v S – JTSK (patro 0)	34
tab. 14: Tabulky vyrovnaných souřadnic z programu EasyNET v S – JTSK (patro 20)	35
tab. 15: Tabulky vyrovnaných souřadnic z programu EasyNET v systému S – Josef (patro 0).....	35
tab. 16: Tabulky vyrovnaných souřadnic z programu EasyNET v systému S – Josef (patro 20).....	36

Seznam zkratek

Bpv – Balt po vyrovnání

SW – software

VPN – velmi přesná nivelace

CCD – charge-coupled device(zařízení s vázanými náboji)

ppm – parts per milion

S-JTSK -systém jednotné trigonometrické sítě katastrální

ČVUT – České vysoké učení technické

ČSNS – Česká státní nivelační síť

°C – stupeň Celsia

Seznam příloh

Příloha č. 1 - Místopisy nově určených bodů

Příloha č. 2 - kresba elips chyb v 1. patře z programu EasyNET

Příloha č. 3 - kresba elips chyb v 2. patře z programu EasyNET

Příloha č. 4 - Porovnání souřadnic z programů EasyNET a Gama - q2

Příloha č. 5 - Souřadnice bodů v S - JTSK

Digitální příloha na CD:

1_easynet

2_gama

3_místopisy

4_anlyza_mereni

5_surova_data

6_bakalarska_prace

Příloha č. 1

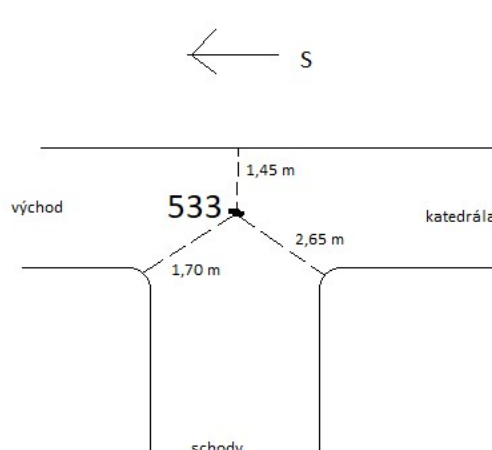
Místopisy nově určených bodů

GEODETICKÉ ÚDAJE O ZDBP

Kat. území: Čelina

Obec: Smilovice

str.:

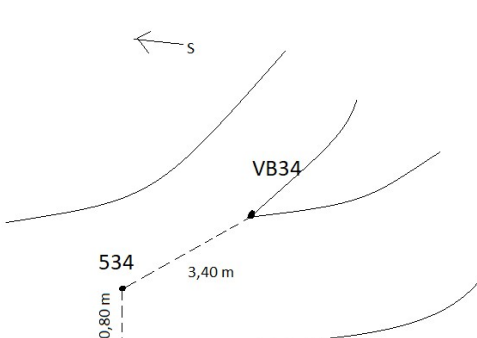
Bod	Y	753 299,023	Nadm. Výška (Bpv): 288,778 m	<div>Místopisný náčrt</div> 
533	X	1 081 471,900	Nárys nebo detail	
Orientace na bod				
Popis, způsob stabilizace				
Bod je stabilizován ve stropě				
Určení bodu:				
Bod zřídil, rok: UEF Josef 2018 Vyhotovil: Vilém Kolář			Poznámky:	

GEODETICKÉ ÚDAJE O ZDBP

Kat. území: Čelina

Obec: Smilovice

str.:

Bod	Y	753 304,974	Nadm. Výška (Bpv): 308,921 m	
534	X	1 081 482,134	Nárys nebo detail	Místopisný náčrt 
Orientace na bod				
Popis, způsob stabilizace				
Bod je stabilizován ve stropě				
Určení bodu:				
Bod zřídil, rok: UEF Josef 2018 Vyhotovil: Vilém Kolář			Poznámky:	

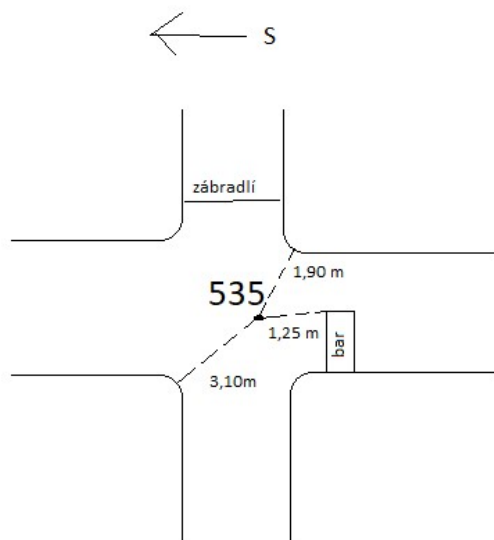
GEODETICKÉ ÚDAJE O ZDBP

Kat. území: Čelina

Obec: Smilovice

str.:

Bod	Y	753 268,025	Nadm. Výška (Bpv): 309,727 m	
535	X	1 081 501,484	Nárys nebo detail	Místopisný náčrt
Orientace na bod				
Popis, způsob stabilizace				
Bod je stabilizován ve stropě				
Určení bodu:				
Bod zřídil, rok: UEF Josef 2018 Vyhotovil: Vilém Kolář			Poznámky:	



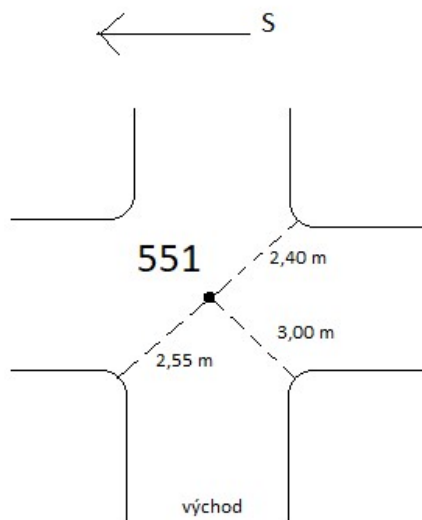
GEODETICKÉ ÚDAJE O ZDBP

Kat. území: Čelina

Obec: Smilovice

str.:

Bod	Y	753 223,031	Nadm. Výška (Bpv): 289,340 m	
551	X	1 081 457,788	Nárys nebo detail	Místopisný náčrt
Orientace na bod				
Popis, způsob stabilizace				
Bod je stabilizován ve stropě				
Určení bodu:				
Bod zřídil, rok: UEF Josef 2018 Vyhotovil: Vilém Kolář			Poznámky:	



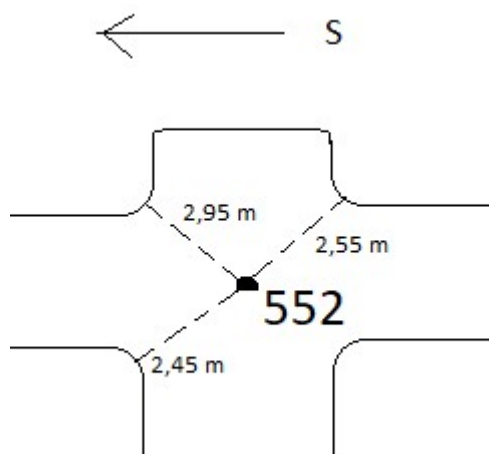
GEODETICKÉ ÚDAJE O ZDBP

Kat. území: Čelina

Obec: Smilovice

str.:

Bod 552	Y X	753 149,177 1 081 461,697	Nadm. Výška (Bpv): 289,502 m	
Orientace na bod			Nárys nebo detail	Místopisný náčrt
Popis, způsob stabilizace				
Bod je stabilizován ve stropě				
Určení bodu:				
Bod zřídil, rok: UEF Josef 2018 Vyhotovil: Vilém Kolář			Poznámky:	



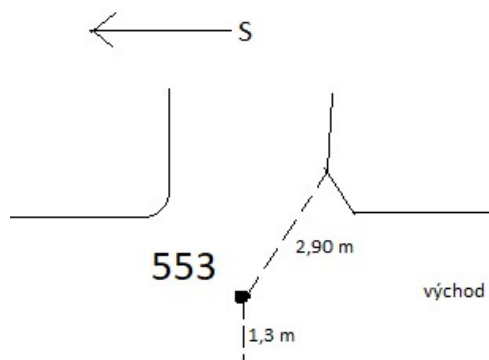
GEODETICKÉ ÚDAJE O ZDBP

Kat. území: Čelina

Obec: Smilovice

str.:

Bod 553	Y X	753 295,319 1 081 419,775	Nadm. Výška (Bpv): 289,586 m	
Orientace na bod			Nárys nebo detail	Místopisný náčrt
Popis, způsob stabilizace				
Bod je stabilizován ve stropě				
Určení bodu:				
Bod zřídil, rok: UEF Josef 2018 Vyhotovil: Vilém Kolář			Poznámky:	



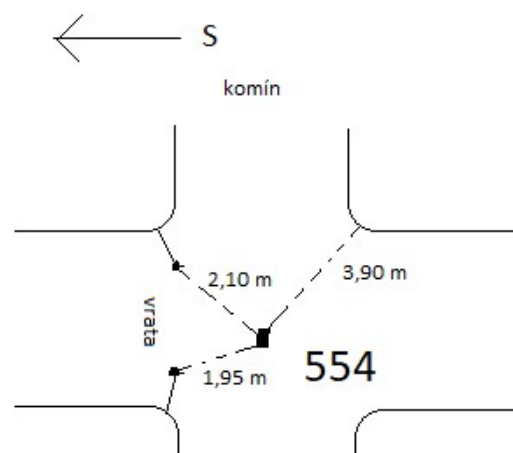
GEODETICKÉ ÚDAJE O ZDBP

Kat. území: Čelina

Obec: Smilovice

str.:

Bod 554	Y X	753 225,692 1 081 494,640	Nadm. Výška (Bpv): 289,288 m	
Orientace na bod			Nárys nebo detail	Místopisný náčrt
Popis, způsob stabilizace				
Bod je stabilizován ve stropě				
Určení bodu:				
Bod zřídil, rok: UEF Josef 2018 Vyhotovil: Vilém Kolář			Poznámky:	



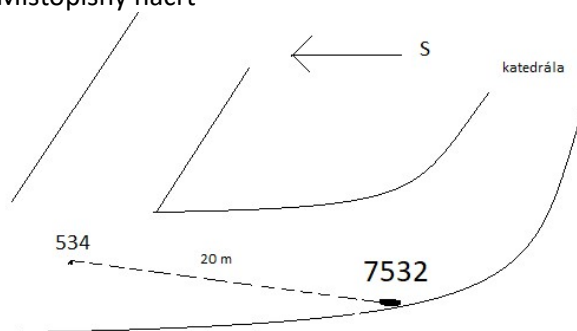
GEODETICKÉ ÚDAJE O ZDBP

Kat. území: Čelina

Obec: Smilovice

str.:

Bod 7532	Y X	753 303,963 1 081 494,099	Nadm. Výška (Bpv): 308,299 m	
Orientace na bod			Nárys nebo detail	Místopisný náčrt
Popis, způsob stabilizace				
Bod je stabilizován jako trn ve stěně				
Určení bodu:				
Bod zřídil, rok: UEF Josef 2018 Vyhotovil: Vilém Kolář			Poznámky:	



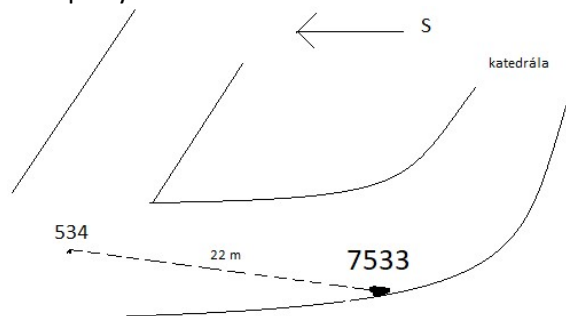
GEODETICKÉ ÚDAJE O ZDBP

Kat. území: Čelina

Obec: Smilovice

str.:

Bod 7533	Y X	753 302,803 1 081 495,915	Nadm. Výška (Bpv): 308,220 m	
Orientace na bod			Nárys nebo detail	Místopisný náčrt
Popis, způsob stabilizace				
Bod je stabilizován jako trn ve stěně				
Určení bodu:				
Bod zřídil, rok: UEF Josef 2018 Vyhotovil: Vilém Kolář			Poznámky:	



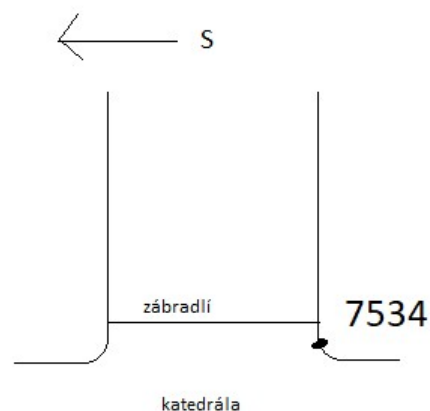
GEODETICKÉ ÚDAJE O ZDBP

Kat. území: Čelina

Obec: Smilovice

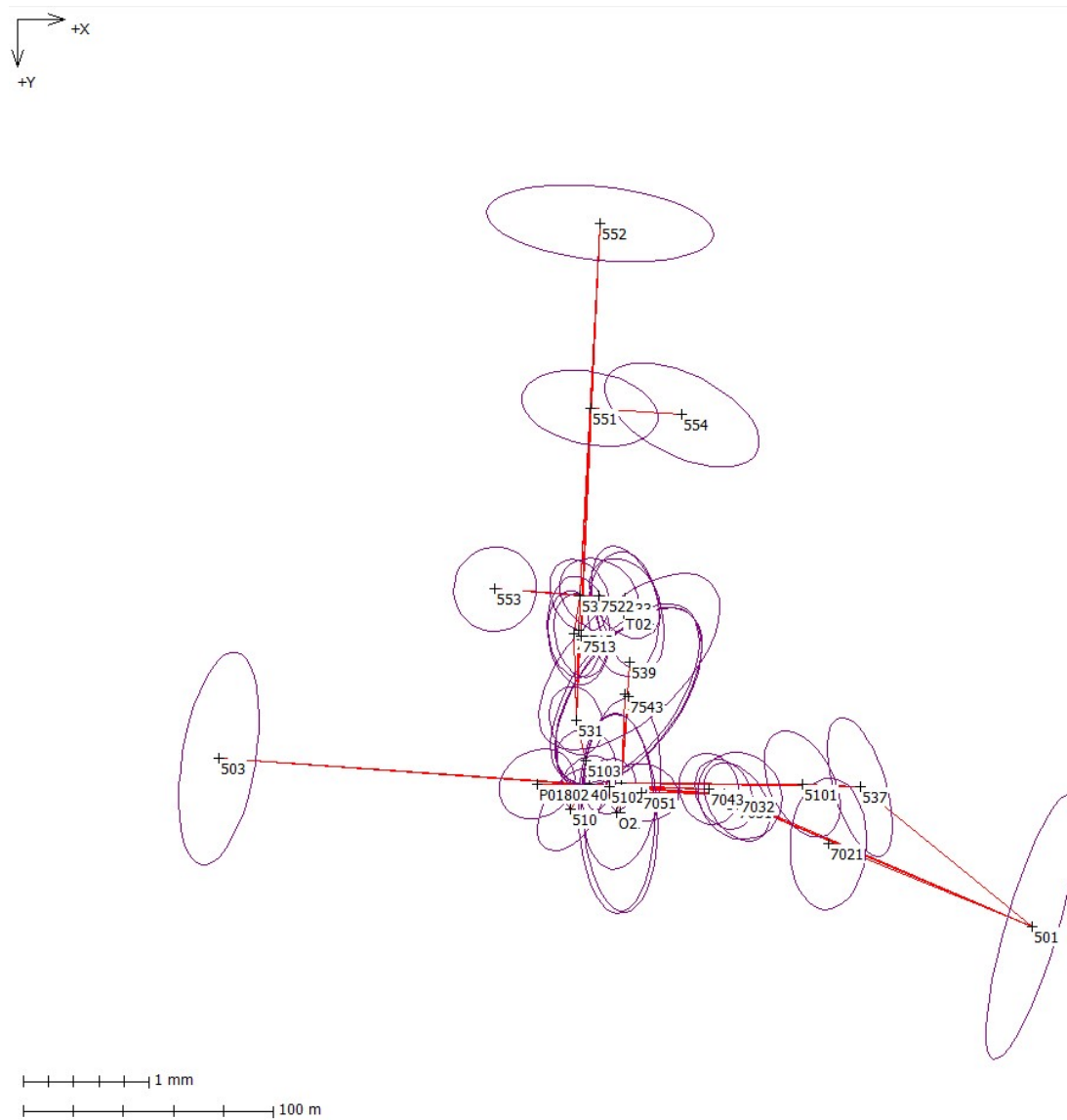
str.:

Bod 7534	Y X	753 281,930 1 081 501,297	Nadm. Výška (Bpv): 308,573 m	
Orientace na bod			Nárys nebo detail	Místopisný náčrt
Popis, způsob stabilizace				
Bod je stabilizován jako trn ve stěně				
Určení bodu:				
Bod zřídil, rok: UEF Josef 2018 Vyhotovil: Vilém Kolář			Poznámky:	



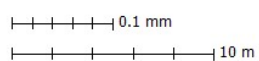
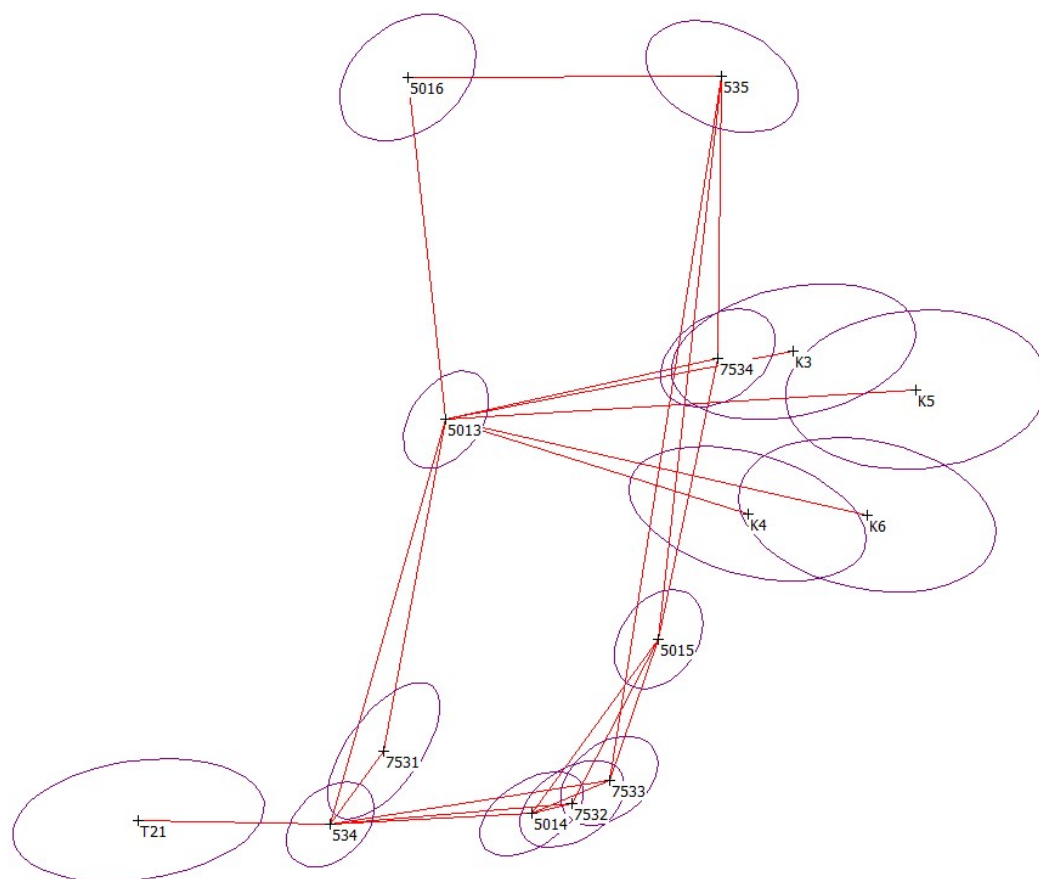
Příloha č. 2

kresba elips chyb v 1. patře z programu EasyNET



Příloha č. 3

kresba elips chyb v 2. patře z programu EasyNET



Příloha č. 4

Porovnání souřadnic z programů EasyNET a Gama - q2

číslo bodu	ΔX [mm]	ΔY [mm]
O1	7,0	2,5
O2	7,1	2,6
501	5,2	-3,5
502	2,7	1,5
503	2,6	-7,8
510	1,9	-1,3
531	3,6	-1,4
532	6,0	-1,4
533	5,9	-0,5
537	3,0	-1,3
538	6,1	4,2
539	2,5	7,3
551	9,3	-1,4
552	12,5	-1,5
553	6,0	-3,0
554	9,3	0,2
T01	5,7	-0,5
T02	5,6	-0,5
4003	2,4	-1,0
5101	4,7	0,1
5102	2,5	-0,6
5103	3,0	-1,1
7021	3,7	-0,5
7031	3,3	0,3
7032	2,5	1,9
7043	2,5	1,2
7051	2,3	0,0
7511	5,3	-1,5
7512	5,3	-1,4
7513	5,2	-1,4
7522	6,0	-1,0
7541	3,7	6,5
7542	3,7	6,3
7543	3,7	6,3
P01802	2,5	-2,0
K3	1,7	-3,0
K4	1,6	-2,0
K5	2,2	-2,9
K6	1,9	-1,9
534	-0,4	-0,2

535	1,4	-3,9
T21	-1,3	-0,3
5113	0,0	-2,2
5114	0,5	-0,4
5115	1,1	-1,3
5116	-0,1	-3,9
7531	-0,2	-0,6
7532	0,7	-0,5
7533	0,8	-0,6
7534	1,3	-2,7

Příloha č. 5

Souřadnice bodů v S - JTSK

bod	X [m]	Y [m]	Z [m]	typ stabilizace
K3	1 081 505,028	753 281,614	300,706	katedrála trn ve stěně
K4	1 081 502,762	753 289,623	301,620	katedrála trn ve stěně
K5	1 081 511,102	753 283,492	309,610	katedrála trn ve stěně
K6	1 081 508,677	753 289,684	307,035	katedrála trn ve stěně
534	1 081 482,134	753 304,974	308,921	2. patro stropní stabilizace
535	1 081 501,484	753 268,025	309,727	2. patro stropní stabilizace
T21	1 081 472,637	753 304,766	308,649	2. patro odrazný štítek
5113	1 081 487,857	753 284,970	308,519	2. patro volné stanoviště
5114	1 081 492,078	753 304,434	307,906	2. patro volné stanoviště
5115	1 081 498,360	753 295,817	308,260	2. patro volné stanoviště
5116	1 081 485,951	753 268,073	308,332	2. patro volné stanoviště
7531	1 081 484,775	753 301,324	308,325	2. patro trn ve stěně
7532	1 081 494,099	753 303,963	308,299	2. patro trn ve stěně
7533	1 081 495,915	753 302,803	308,220	2. patro trn ve stěně
7534	1 081 501,297	753 281,930	308,573	2. patro trn ve stěně
O1	1 081 469,803	753 384,832	327,211	3. patro důlní olovnice
O2	1 081 468,430	753 384,699	327,166	3. patro důlní olovnice
501	1 081 634,680	753 430,171	284,545	1. patro hřeb v betonu
502	1 081 511,476	753 377,286	285,240	1. patro bod v počvě
503	1 081 309,211	753 363,052	286,781	1. patro bod v počvě
510	1 081 449,908	753 383,446	287,787	1. patro stropní stabilizace
531	1 081 452,136	753 347,853	288,614	1. patro stropní stabilizace
532	1 081 453,539	753 297,982	289,149	1. patro stropní stabilizace
533	1 081 471,900	753 299,023	288,778	1. patro stropní stabilizace
537	1 081 565,781	753 374,337	327,723	3. patro hřeb v betonu
538	1 081 470,199	753 373,039	325,790	3. patro bod v počvě
539	1 081 473,572	753 324,304	326,639	3. patro bod v počvě
551	1 081 457,788	753 223,031	289,341	1. patro stropní stabilizace
552	1 081 461,697	753 149,177	289,502	1. patro stropní stabilizace

553	1 081 419,775	753 295,319	289,586	1. patro stropní stabilizace
554	1 081 494,640	753 225,692	289,288	1. patro stropní stabilizace
T01	1 081 472,816	753 303,237	288,791	1. patro odrazný štítek
T02	1 081 471,274	753 305,209	287,641	1. patro odrazný štítek
4003	1 081 457,276	753 373,432	285,462	1. patro vrt v kolejnici
5101	1 081 542,640	753 373,174	327,707	1. patro volné stanoviště
5102	1 081 465,448	753 374,045	285,443	1. patro vrt v kolejnici
5103	1 081 456,195	753 363,633	287,016	3. patro volné stanoviště
7021	1 081 553,096	753 397,083	286,912	1. patro trn ve stěně
7031	1 081 516,529	753 380,260	286,609	1. patro trn ve stěně
7032	1 081 517,795	753 377,875	286,789	1. patro trn ve stěně
7043	1 081 505,461	753 375,088	286,977	1. patro trn ve stěně
7051	1 081 478,465	753 376,457	287,055	1. patro trn ve stěně
7511	1 081 451,560	753 313,295	287,421	1. patro trn ve stěně
7512	1 081 453,150	753 311,893	288,752	1. patro trn ve stěně
7513	1 081 454,061	753 313,868	288,005	1. patro trn ve stěně
7522	1 081 461,521	753 297,802	288,630	1. patro trn ve stěně
7541	1 081 471,719	753 337,226	327,023	3. patro trn ve stěně
7542	1 081 473,004	753 338,146	328,468	3. patro trn ve stěně
7543	1 081 473,341	753 338,174	327,400	3. patro trn ve stěně
P01802	1 081 436,581	753 373,123	288,188	1. patro bod v počvě